

WO 02/06723 A1



— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

- 1 -

Beschreibung

Zahnärztliche Behandlungsleuchte

5 Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft eine zahnärztliche Behandlungsleuchte zur Erzeugung eines Lichtfeldes mit vorgegebenen Eigenschaften. Mittels einer zahnärztlichen Behandlungsleuchte soll ein Lichtfeld erzeugt werden, dass
10 die Patientenmundhöhle für den Behandler optimal ausleuchtet und dabei den Patienten nicht blendet. Die optischen Anforderungen des erzeugten Lichtfeldes sind in der DIN EN 9680 festgelegt.

15 Stand der Technik

Seit langem werden zahnärztliche Behandlungsleuchten mit einem Beleuchtungskörper aus einer Halogenlampe angeboten, wobei das aus dem Beleuchtungskörper austretende Licht über einen Reflektor zu einem Lichtfeld ge-
20 lenkt wird. Bei diesen Lampen handelt es sich wegen der relativ hohen Leistung meist um Hochdruckhalogenlampen, die für den freien Betrieb nicht geeignet sind und deshalb in einem explosionssicheren Gehäuse installiert werden müssen. Es handelt sich hierbei um das Leuchten-
25 gehäuse und den Glastubus. Aufgrund ihrer relativ hohen Betriebswärmeentwicklung ist im allgemeinen ein Ventilator zur Kühlung der Lampe und des Gehäuses notwendig.

- 2 -

Die Reflektoren werden aus Glas gefertigt und auf der reflektierenden Seite mit einer Transmissionsbeschichtung versehen die dafür sorgt, dass der Wärmeanteil des Lichtes unreflektiert auf der Rückseite des Reflektors abstrahlt. Außerdem wird der reflektierte Lichtanteil so reduziert, dass im Lichtfeld eine Farbtemperatur von 3.600 bis 6.500 K, innerhalb der angegebenen Grenzwerte der Normfarbtafel erreicht wird.

Nachteilig ist neben der hohen Betriebswärmeentwicklung mit dem Erfordernis der ständigen Kühlung mittels eines Ventilators die geringe Lebensdauer von ca. 2.000 Stunden, die einen regelmäßigen Austausch des Beleuchtungskörpers während der Lebensdauer der Behandlungsleuchte notwendig macht.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine zahnärztliche Behandlungsleuchte bereit zu stellen, mit der die vorstehend geschilderten Nachteile vermieden werden.

Aus der US 6,033,087 A ist die Verwendung von LED zur Beleuchtung einer über eine Videokamera aufnehmbaren Oberfläche bekannt. Den ringförmig um die Kamera angeordneten LED ist jeweils eine Sammellinse und ein Prisma vorgeschaltet, wodurch der aus LED austretende Strahl auf einen gemeinsamen mittleren Bereich hin umgelenkt und fokussiert wird. Die Lichtflecken der aus den einzelnen LED austretenden Strahlung überlagern sich hierbei.

Aus der US 6,019,493 A ist ein Einsatz für eine Verkehrsampel bekannt, bei dem die Glühbirne durch einen LED's aufweisenden Einsatz ausgetauscht wird, wobei die

- 3 -

LED's von zwei Streuscheiben abgedeckt sind. Aus der DE 198 15 858 C2 ist eine Lichtquelle, insbesondere für Signalleuchten für den Eisenbahnverkehr bekannt, bei der erste Leuchtdioden mit im wesentlichen parallel zueinander angeordneter Hauptabstrahlrichtung und zweite Leuchtdioden mit gegenüber der Hauptabstrahlrichtung der ersten Leuchtdioden geneigter Abstrahlrichtung vorgesehen sind. Die ersten Leuchtdioden können eine stark gebündelte Abstrahlcharakteristik aufweisen, deren Öffnungshalbwinkel α im Bereich von 1 bis 5° liegt. Die Lichtkegel der einzelnen LED können sich dabei überlagern.

Aus der DE 198 37 224 A1 ist eine Leuchteinrichtung für die Signalabgabe sowie die Kennzeichnung und Markierung von Verkehrsflächen bekannt, bei der aus LED's austretendes Licht erst nach Umlenkung durch Reflexion die Leuchteinrichtung verlassen.

Aus der DE 296 20 583 U1 ist darüber hinaus bekannt, einer weißen Lichtquelle farbiges Licht von LED's hinzuzufügen, deren Helligkeit einstellbar ist.

Darstellung der Erfindung

Gemäß der Erfindung besteht die Lichtquelle aus mehreren benachbart zueinander angeordneten LED und ein erster Teil der von den LED erzeugten Lichtkegel sind so ausgebildet, dass ein erstes Lichtfeld (7) entsteht, und ein weiterer Teil der von den LED erzeugten Lichtkegel sind so ausgebildet, dass ein zweites Lichtfeld

- 4 -

entsteht, wobei das erste Lichtfeld vollständig in das zweite Lichtfeld eingebettet ist.

Die Größe und gleichmäßige Ausleuchtung des Lichtfeldes wird durch die versetzte Anordnung der einzelnen Licht-
5 kegel jeder LED erzeugt. Das Lichtfeld kann so präzise eingestellt werden, dass eine Blendung der Patientenaugen unterbunden ist. Das von den LED's abgestrahlte Licht wird entweder direkt genutzt oder indirekt über einen Reflektor. Unter indirekter Beleuchtung wird eine
10 Beleuchtung verstanden, bei der der Strahlengang mindestens einmal an einem Reflektor reflektiert wird. Bei der direkten Beleuchtung wird der Strahlengang nicht reflektiert, kann aber zum Zweck der Ausrichtung gebrochen, also umgelenkt werden.

15 Über die Anzahl der eingesetzten LED's wird die entsprechende Beleuchtungsstärke erreicht. Mittels Pulsweitenmodulation und/oder das Zu- und Abschalten einzelner LED ist es möglich, die Beleuchtungsstärke der Behandlungsleuchte einzustellen.

20 Insgesamt ist der Einsatz von LED dadurch vorteilhaft, dass die Lebensdauer von LED's, die ca. 100.000 Stunden beträgt, wesentlich über der Lebensdauer von Halogenlampen mit ca. 2.000 Stunden liegt, d.h. ein Austausch des Beleuchtungskörpers ist über die gesamte Lebensdauer
25 der Behandlungsleuchte nicht mehr notwendig. Darüber hinaus können die LED's frei betrieben werden und müssen nicht in explosionssicheren Gehäusen installiert werden. Schließlich ist aufgrund der geringen Betriebs-

- 5 -

wärmeentwicklung eine Kühlung, die beispielsweise mittels Ventilator erfolgt, nicht erforderlich.

Zur Bündelung oder Aufweitung des Strahlengangs und/oder zur Ausrichtung des Strahlengangs auf die entsprechende Lichtfeldgröße können jeder LED oder jeder Gruppe von mehreren LED optische Bauelemente zugeordnet sein, beispielsweise eine Sammellinse zur Bündelung und ein Prisma zur Umlenkung des Strahlenganges. Auch die Verwendung von Blenden ist vorstellbar, wenngleich aufgrund des abgeschatteten Teils des Strahlenganges die Beleuchtungsstärke nicht optimal ausgenutzt wird.

Vorteilhafterweise weisen die LED einen Abstrahlwinkel kleiner als 8° auf. Dadurch kann auf optische Bauelemente zur Bündelung des Strahlengangs verzichtet werden.

Vorteilhafterweise ist jeder LED oder jeder Gruppe von mehreren LED ein optisches Bauelement zur Ausrichtung des Strahlengangs auf das Lichtfeld zugeordnet, wodurch ein Lichtfeld mit genau definierten Eigenschaften herstellbar ist. Als optisches Bauelement kommt hier insbesondere ein Prisma in Frage.

Gemäß einer Weiterbildung sind die LED's so angeordnet, dass der Strahlengang jeder einzelnen LED auf das Lichtfeld ausgerichtet ist. Dabei sind die LED in einem Winkel zu der Mittelachse ausgerichtet, wobei der Winkel mit dem Abstand des LED zur Mittelachse hin zunimmt. Die Verwendung von zusätzlichen Prismen ist in diesem Fall nicht erforderlich.

- 6 -

Vorteilhafterweise sind dabei in dem Strahlengang jeder LED eine Sammellinse zur Bündelung des Lichtkegels auf die Lichtfeldgröße angeordnet.

Auch in diesem Fall kann auf den Einsatz einer Sammellinse verzichtet werden, wenn die LED einen Abstrahlwinkel kleiner als 8° aufweisen.

Vorteilhafterweise ist ein Gehäuse mit einer zumindest teilweise lichtdurchlässigen Abdeckscheibe vorhanden, wobei in die Abdeckscheibe gegebenenfalls die erforderlichen optischen Bauteile wie Linsen und/oder Prismen eingearbeitet sind. Die Abdeckscheibe kann dabei als Spritzgussteil ausgeführt sein, im Falle von Glas auch als Pressglasteil.

In einer vorteilhaften Weiterbildung ist die zahnärztliche Behandlungsleuchte für die indirekte Beleuchtung ausgebildet, indem auf der dem Lichtfeld gegenüberliegenden Seite der LED ein Reflektor angeordnet ist, der die aus den LED austretenden Strahlen auf das Lichtfeld fokussiert. Dabei kann zwischen den LED und dem Lichtfeld eine zumindest teilweise lichtdurchlässige Abdeckhaube angeordnet sein. Der Vorteil dieses Aufbaus besteht darin, dass eventuell ausgefallene LED vom Anwender nicht erkannt werden und somit nicht unangenehm auffallen können.

Vorteilhafterweise werden LED mit einer Farbtemperatur von 3600 bis 6500 K innerhalb der Lichtfarben-Koordinaten der in der DIN EN 98680 festgelegten Grenzpunkte der Normfarbtafel.

- 7 -

Vorteilhafterweise strahlen die LED weißes Licht ab. Darüber hinaus ist es möglich, die Farbtemperatur des Lichtes über die Kombination von farbigen, insbesondere roten, grünen und blauen LED's zu erzeugen, um den
5 Spektralbereich des Lichtes einzustellen.

Schließlich ist es vorteilhaft, weißes Licht abgebende LED's mit farbigem Licht abgebenden LED's zu kombinieren, um die hohe Farbtemperatur von weißen LED's zu senken und wärmeres Licht zu erhalten.

10 Aufgrund des engen spektralen Lichtbereichs bei LED's ist die Wärmeentwicklung im Lichtfeld sehr gering. Infrarot oder UV-Strahlung wird ebenfalls nicht erzeugt.

Vorteilhafterweise sind mehrere LED's auf einer gemeinsamen Platine angeordnet. Hierdurch wird eine kosten-
15 günstige Herstellung und Montage möglich.

Zur Vermeidung von optischen Mitteln zur Ausrichtung des von dem LED ausgehenden Lichtkegels können die LED's auf einer ebenen Platine zum Lichtfeld hin ausgerichtet werden oder die Platine gekrümmt sein.

20 Vorteilhafterweise strahlt die zahnärztliche Behandlungsleuchte das Licht direkt ab, so dass der von der LED ausgehende Strahlengang nicht reflektiert wird. Dadurch kann nahezu die gesamte Fläche der Behandlungsleuchte für die Lichterzeugung verwendet werden.

25 Die Beleuchtungsstärke des Lichtfeld kann auch über das Ab- und Zuschalten einer variablen Anzahl von LED's verändert werden, ohne dabei die Farbtemperatur des Lichtes zu ändern.

- 8 -

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung können die von den LED erzeugten Lichtkegel so ausgebildet sein, dass das Lichtfeld sich im wesentlichen jeweils vollständig überdeckende Lichtflecken aufweist. Das Lichtfeld kann
5 auch ausschließlich derartig aufgebaut sein.

Eine andere Art besteht darin, die von den LED erzeugten Lichtkegel so auszubilden, dass das Lichtfeld höchstens teilweise überdeckenden Lichtflecken aufweist. Das Lichtfeld kann auch hier ausschließlich
10 derartig aufgebaut sein.

Kurzbeschreibung der Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt. Es zeigt die

- 15 Fig. 1 einen Schnitt durch eine zahnärztliche Behandlungsleuchte mit auf einer Platine angeordneten LED's, die
- Fig. 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel mit eng abstrahlenden LED's, die
- 20 Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel mit zu dem Lichtfeld ausgerichteten LED's auf einer gebogenen Platine, die
- Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel für die indirekte Beleuchtung mit einem Reflektor und die
- 25 Fig. 5 eine Gesamtansicht der zahnärztlichen Behandlungsleuchte in ihrer Schwenkvorrichtung, die
- Fig. 6 eine perspektivische Ansicht der zahnärztlichen Behandlungsleuchte mit einem runden Lichtfeld, die

- 9 -

- Fig. 7 eine perspektivische Ansicht der zahnärztlichen Behandlungsleuchte mit einem ovalen Lichtfeld, die
- Fig. 8 eine perspektivische Ansicht der zahnärztlichen Behandlungsleuchte mit einem aus mehreren sich in Querrichtung nur teilweise überlappenden runden Lichtflecken aufgebauten Lichtfeld, die
- Fig. 9 eine perspektivische Ansicht der zahnärztlichen Behandlungsleuchte mit einem aus mehreren sich in Quer- und Längsrichtung nur teilweise überlappenden runden Lichtflecken aufgebauten Lichtfeld und die
- Fig. 10 eine Abbildung, eines zu erzeugenden Lichtfeldes unterschiedlicher Helligkeit.

Ausführungsbeispiele der Erfindung

In Fig. 1 ist eine zahnärztliche Behandlungsleuchte mit direktem Strahlengang dargestellt, bei der weiße LED's 1 konventioneller oder SMD-Bauart zur Erzeugung von Licht vorgesehen sind. Das aus den LED's austretende Licht wird über ein optisches System 2 aus Linse und/oder Prismen 2 gebündelt und ausgerichtet. Die LED's sind auf einer ebenen Platine 3 innerhalb eines Gehäuses 4 untergebracht. Durch die Kombination von farbigen LED's 5, beispielsweise rot, grün und blau, kann ebenfalls ein insgesamt weißes Licht erzeugt werden.

Die Behandlungsleuchte ist in einem Abstand a zu einer Objektebene 6 angeordnet, auf der ein Lichtfeld 7 mit

- 10 -

einer vorgegebenen Größe d und einer vorgegebenen Beleuchtungsstärke, Gleichmäßigkeit und Farbtemperatur bereitgestellt werden muß. Das von der LED 1 in einem Strahlenkegel 8 emittierte Licht wird in einer Linse 9 gebündelt und in einem Prisma 10 umgelenkt, so dass der Strahlengang 11 das im Abstand a angeordnete Lichtfeld 7 auftrifft. Der gezeigte Strahlengang 11 ergibt sich für ein randseitig angeordnetes LED, ein weiterer Strahlengang 12 ergibt sich für ein im Bereich einer Mittelachse 13 angeordneten LED, wobei sich die Strahlengänge 11, 12 in einem Bereich 14 in der Nähe des Lichtfeldes 7 überlappen. Das Linsen-Prismen-System 2, bestehend aus der Linse 9 und dem Prisma 10 ist auf das jeweilig gegenüberliegende LED ausgerichtet, wobei alle optischen Systeme 2 auf einer gemeinsamen Streuscheibe 15 angeordnet sind, die beispielsweise als Spritzgussteil hergestellt sein kann und das Gehäuse 4 zum Lichtfeld 7 hin verschließt. Die dem Lichtfeld 7 zugewandte Oberfläche ist dabei eben ausgebildet und zum Zweck der erleichterten Reinigung darüber hinaus auch glatt. Auch die die LED's 1 tragende Platine 3 ist eben.

Die optischen Bauteile können auch auf der dem Lichtfeld 7 abgewandten Seite der Streuscheibe 15 angeordnet sein und zwar sowohl unmittelbar mit der Streuscheibe verbunden oder in diese integriert als auch als separate Bauteile und/oder Gruppen von Bauteilen ausgebildet sein, die zusammen mit der Streuscheibe verwendet werden.

Aus der schematischen Darstellung des Strahlengangs 11 in Fig. 1 ergibt sich, dass die aus den randseitigen

- 11 -

LED's 1 in einem Lichtkegel 8 austretenden Lichtstrahlen stärker umgelenkt werden müssen als die näher an der Mittelachse 13 angeordneten LED's, was durch ein Prisma geschieht. Die Bündelung des Lichtkegels 8 hat
5 zur Folge, dass der im Abstand a auf die Objektebene treffende Lichtkegel 11 nicht über das Lichtfeld 7 hinausragt.

In Fig. 2 ist eine abgeänderte Form des optischen Systems 2 gezeigt, welches nur Prismen 10 und keine Linsen
10 aufweist. Dies ist dann möglich, wenn der Abstrahlwinkel höchstens 8° beträgt, so dass eine zusätzliche Bündelung des aus dem LED 1 austretenden Strahlenkegels 8 nicht erforderlich ist. Durch eine entsprechende Ausrichtung der LED's auf der Platine 3 könnte auf die
15 Prismen 10 verzichtet werden, wodurch die Streuscheibe 15 eine reine Abdeckscheibe wird.

Bezüglich der Streuscheibe 15 ist auszuführen, dass diese aus Polycarbonat, Glas oder sonstigem transparenten Material sein kann, wobei das optische System 2
20 statt auf der dem Gehäuse 4 zugewandten Innenseite der Streuscheibe 15 auch unabhängig von der Streuscheibe 15 vor jedem einzelnen LED oder Gruppen von LED's angeordnet sein kann.

In Fig. 3 ist eine zahnärztliche Behandlungsleuchte gezeigt, bei der die LED's 1, 5 auf einer gewölbten Platine 3
25 angeordnet sind, wobei die Wölbung der Platine 3 derart ist, dass der Strahlengang 11, 12 ohne die Verwendung von Prismen auf das Lichtfeld ausgerichtet ist. Das optische System 2 besteht in dem gezeigten Fall nur

- 12 -

aus den Linsen 9 zur Bündelung des aus dem LED 1 austretenden Strahlenkegel 8. Werden LED's mit genügend kleinem Abstrahlwinkel, also höchstens 8° eingesetzt, kann auf die Linse 9 verzichtet werden. Ist die Verwendung einer Linse 9 erforderlich, so kann eine ebenfalls gewölbte, zur Platine konzentrische Streuscheibe 15 als Träger für die Linsen 9 zum Einsatz kommen, um so jedem LED die entsprechende Linse und damit Bündelung bereitzustellen.

10 In Fig. 4 ist eine zahnärztliche Behandlungsleuchte mit indirektem Strahlengang dargestellt, bei der das aus einer LED 1 als Lichtkegel 8 austretende Licht über einen Reflektor 16 gebündelt und reflektiert wird. Der Reflektor 16 ist zum Lichtfeld 7 hin durch eine Abdeck-
15 haube 15 geschützt. Der prinzipielle Unterschied dieses Ausführungsbeispiels besteht darin, dass die LED nicht direkt auf das Lichtfeld 7 abstrahlen, sondern über einen Reflektor, vergleichbar mit herkömmlichen Behandlungsleuchten. Die LED 1 sind in einem engen Bereich um
20 die Mittelachse 13 herum angeordnet, um die aus den LED 1 austretenden Lichtstrahlen 8 nicht abzuschatten. Durch die indirekte Beleuchtung fallen LED's, die kein Licht emittieren, nicht auf.

In Fig. 5 ist eine perspektivische, teilgebrochene Ansicht einer zahnärztlichen Behandlungsleuchte dargestellt. Das Gehäuse 4 ist einer Ecke aufgebrochen, wodurch der Blick auf die Platine 3 mit den darauf angeordneten LED 1 freigegeben ist. Die Streuscheibe 15 und die Platine 3 sind eben ausgebildet, eine Fokussierung
25 des aus den LED's 1 austretenden Lichtkegels findet

- 13 -

durch die dem Gehäuseinneren zugewandten Prismen und Linsen statt.

Diese zahnärztliche Behandlungsleuchte kann mittels Griffen in bekannter Weise ausgerichtet werden.

5 In Fig. 6 wird die beleuchtete Fläche in der Objektebene 6 durch Übereinanderlegen einzelner von jeweils einem LED hervorgerufenen Lichtflecken 17 erzeugt. Bei einem Abstrahlwinkel des Lichtkegels 11, 12 von ca. 8° ergibt sich im Abstand von 700 mm für jedes LED ein
10 Lichtfeld mit einem Durchmesser von ca. 100 mm.

In Fig. 7 wird die beleuchtete Fläche in der Objektebene 6 ebenfalls durch Übereinanderlegen der einzelnen Lichtflecken 17' des Strahlengangs 11', 12' erzeugt, welche durch entsprechende vor jeder LED angebrachte
15 optische Bauelemente in der Form verändert sind, so dass sich ein elliptisches Lichtfeld 7' ergibt. Es versteht sich von selbst, dass auch weitere Lichtfeldformen realisiert werden können.

In Fig. 8 wird das Lichtfeld 7 in der Objektebene 6
20 durch Nebeneinanderlegen von einzelnen runden Lichtflecken 17 jeder LED erzeugt, wobei sich die Lichtflecken 17 teilweise überlappen, um eine gleichmäßige Ausleuchtung zu erzielen. Das Lichtfeld ist somit aus mehreren sich in Querrichtung nur teilweise überlappenden runden
25 Lichtflecken 17 aufgebaut. Bei dieser Art der Lichtfelderzeugung haben die Lichtkegel 12 einen Abstrahlwinkel von ca. 8° um eine Lichtfeldbreite von ca. 100 mm zu erreichen. Das Lichtfeld 7 hat hierbei einen mittleren Bereich 18 mit erhöhter Beleuchtungsstärke, der voll-

- 14 -

ständig in den ihm umgebenden Bereich geringerer Leuchtstärke eingebettet ist.

In Fig. 9 wird das Lichtfeld 7 in der Objektebene 6 durch Neben- und Übereinanderlegen der einzelnen Licht-
5 flecken 17 erzeugt, wobei sich diese ebenfalls entsprechend überlappen um eine gleichmäßige Ausleuchtung zu erzielen. Bei dieser Art der Ausleuchtung haben die Lichtkegel einen wesentlich kleineren Abstrahlwinkel um die Lichtflecken auch übereinander im Lichtfeld anord-
10 nen zu können. Das Lichtfeld ist aus mehreren sich in Quer- und Längsrichtung nur teilweise überlappenden runden Lichtflecken aufgebaut. Das Lichtfeld 7 kann hierbei verschiedene Bereiche mit unterschiedlicher Beleuchtungsstärke aufweisen, wie dargestellt, aber auch
15 durch entsprechend ausgerichtete Lichtkegel einen großen Bereich im wesentlich konstanter Beleuchtungsstärke.

Auch die Kombination der in den Fig. 6-9 beschriebenen Möglichkeiten der Lichtfelderzeugung ist möglich, um
20 damit die Gleichmäßigkeit der Ausleuchtung entsprechend den jeweiligen Anforderungen zu optimieren.

Dabei ist es insbesondere vorteilhaft, die in den Fig. 6 und 7 gezeichneten Leuchtfelder 7, 7' so zu überlagern, dass das in der DIN EN 9680 festgelegte, in Fig.
25 10 dargestellte Lichtfeld entsteht. Dieses Lichtfeld hat einen inneren Bereich A, innerhalb dessen ein Punkt mit maximaler Beleuchtungsstärke I_{\max} liegt und dessen Durchmesser 50 mm beträgt. Innerhalb dieses Bereichs A hat das Lichtfeld an jeder Stelle eine Beleuchtungs-

- 15 -

stärke, die größer als $0,75 L_{\max}$ ist. Der Bereich A ist in einen Bereich B eingebettet, in welchem das Lichtfeld eine Beleuchtungsstärke $L_1 \leq 0,75 L_{\max}$ und $L_1 \geq 0,5 L_{\max}$ aufweist. Die Beleuchtungsstärke L_2 im Bereich B beträgt mindestens $0,5 L_{\max}$. In einem Abstand a darf eine vorgegebene Beleuchtungsstärke L_3 nicht überschritten werden. Im geschilderten Anwendungsfall dürfen zur Schonung der Patientenaugen in diesem Bereich 1.200 Lux nicht überschritten werden. Die Beleuchtungsstärke L_1 , L_2 in den Bereichen A und B muß zwischen 8.000 und 15.000 Lux betragen. Darüber hinaus muß sicher gestellt sein, dass keine Leuchtflecken vorhanden sind, die zu einer Blendung führen können und dass im Lichtfeld keine Farbtrennungen vorhanden sind.

15 Gemäß der vorliegenden Erfindung würde durch Kombination der Beleuchtungssituation gemäß Fig. 6 und 7 sowohl ein kreisförmiger Bereich A als auch ein diesen umgebender Bereich B geschaffen, wobei der Bereich A mit einer größeren Beleuchtungsstärke ausgestattet ist.

20 Auch in den Fig. 8, 9 kann durch Überlagerung einzelner Lichtflecken ein Gesamtbild geschaffen werden, das den in Fig. 10 niedergelegten Anforderungen genügt. Dabei ist von besonderer Bedeutung, dass sowohl in dem Bereich A als auch in dem Bereich B jeweils eine gleich-

25 mäßige Ausleuchtung sicher zu stellen ist.

Bezugszeichenliste

| | | |
|----|-----------|---|
| | 1 | LED |
| | 2 | Prismensystem |
| 5 | 3 | Platine |
| | 4 | Gehäuse |
| | 5 | LED's farbig |
| | 6 | Objektebene |
| | 7 | Lichtfeld |
| 10 | 8 | Lichtkegel |
| | 9 | Linse |
| | 10 | Prisma |
| | 11 | Strahlengang im Abstand zur Mittelachse |
| | 12 | Strahlengang um die Mittelachse |
| 15 | 13 | Mittelachse |
| | 14 | Bereich |
| | 15 | Streuscheibe, Abdeckscheibe, Abdeckhaube |
| | 16 | Reflektor |
| | 17 | Lichtfleck rund |
| 20 | 17' | Lichtfleck elliptisch |
| | 18 | Bereich erhöhter Helligkeit |
| | A | Bereich des ersten Leuchtfelds |
| | B | Bereich des zweiten Leuchtfelds |
| | L1 | Beleuchtungsstärke im Bereich A |
| 25 | L2 | Beleuchtungsstärke im Bereich B |
| | L3 | Beleuchtungsstärke außerhalb des Lichtfelds |
| | I_{max} | Maximale Beleuchtungsstärke |
| | P | Punkt außerhalb des Lichtfelds |
| | A | Abstand zum Patient |
| 30 | d | Durchmesser des Bereichs A |

PATENTANSPRÜCHE

1. Zahnärztliche Behandlungsleuchte, aufweisend Mittel zur Erzeugung eines Lichtfeldes (7) mit einer vor-
5 gegebenen Größe, Beleuchtungsstärke, Gleichmäßigkeit und Farbtemperatur, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle aus mehreren benachbart zueinander angeordneten LED (1) besteht und dass ein
10 erster Teil der von den LED erzeugten Lichtkegel (11, 12) so ausgebildet sind, dass ein erstes Lichtfeld (7) entsteht, und dass ein weiterer Teil der von den LED (1) erzeugten Lichtkegel (11', 12') so ausgebildet sind, dass ein zweites Lichtfeld (7') entsteht, wobei das erste Lichtfeld (7) voll-
15 ständig in das zweite Lichtfeld (7') eingebettet ist.
2. Zahnärztliche Behandlungsleuchte nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bündelung oder
Aufweitung des Strahlengangs und/oder zur Ausrichtung
20 des Strahlengangs (8) auf die entsprechende Lichtfeldgröße jeder LED (1) oder einer Gruppe von mehreren LED optische Bauelemente (9, 19) zugeordnet sind.
3. Zahnärztliche Behandlungsleuchte nach Anspruch 1,
25 dadurch gekennzeichnet, dass die LED (1) einen Abstrahlwinkel kleiner als 8 Grad aufweisen.
4. Zahnärztliche Behandlungsleuchte nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass jedem LED (1) ein

Prisma (10) zur Ausrichtung des Strahlengangs (8) auf das Lichtfeld zugeordnet ist.

5. Zahnärztliche Behandlungsleuchte nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die
5 LED (1) so angeordnet sind, dass der Strahlengang (8) jeder einzelnen LED auf das Lichtfeld ausgerichtet ist.
6. Zahnärztliche Behandlungsleuchte nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Strahlengang
10 jeder LED (1) mindestens eine Linse (9) zur Bündelung auf die Lichtfeldgröße angeordnet ist.
7. Zahnärztliche Behandlungsleuchte nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die LED (1) ein Abstrahlwinkel kleiner als 8 Grad aufweisen.
- 15 8. Zahnärztliche Behandlungsleuchte nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Gehäuse (4) mit einer zumindest teilweise lichtdurchlässigen Abdeckscheibe (15) vorhanden ist.
9. Zahnärztliche Behandlungsleuchte nach Anspruch 8,
20 dadurch gekennzeichnet, dass die Abdeckscheibe die erforderlichen optischen Bauteile (9, 10) aufweist.
10. Zahnärztliche Behandlungsleuchte nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Abdeckscheibe (15) als Spritzgussteil ausgeführt ist.
- 25 11. Zahnärztliche Behandlungsleuchte nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass auf der dem Lichtfeld (7) gegenüberliegenden Seite der LED (1) ein Reflektor (16) angeordnet ist, der die aus den LED

(1) austretenden Strahlen auf das Leuchtfeld fokussiert.

12. Zahnärztliche Behandlungsleuchte nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den LED (1)
5 und dem Lichtfeld eine zumindest teilweise licht-
durchlässige Abdeckhaube (17) angeordnet ist.
13. Zahnärztliche Behandlungsleuchte nach einem der Ansprüche 1 bis 12 dadurch gekennzeichnet, dass die
LED (1) eine Farbtemperatur von 3.600 bis 6.500 K
10 innerhalb der Lichtfarben-Koordinaten der in der
DIN EN 9860 festgelegten Grenzpunkte der Normfarb-
tafel aufweisen.
14. Zahnärztliche Behandlungsleuchte nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, dass die LED (1) weißes
15 Licht abstrahlen.
15. Zahnärztliche Behandlungsleuchte nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, dass die Farbtemperatur des
Lichtes über die Kombination von farbigen, insbe-
sondere rot, grün und blauen LED (5) erzeugt wird.
- 20 16. Zahnärztliche Behandlungsleuchte nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, dass weißes Licht abgebende
LED (1) mit farbigem Licht abgebende LED (5) kombi-
niert werden.
- 25 17. Zahnärztliche Behandlungsleuchte nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere LED (1, 5) auf einer gemeinsamen Platine
(3) angeordnet sind.

18. Zahnärztliche Behandlungsleuchte nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Platine (3) gekrümmt ist.
- 5 19. Zahnärztliche Behandlungsleuchte nach einem der Ansprüche 1 bis 10 und 12 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass der von der LED (1) ausgehende Strahlengang direkt abgestrahlt wird.
- 10 20. Zahnärztliche Behandlungsleuchte nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass einzelne LED oder eine Gruppe von mehreren LED getrennt von den anderen zu- und abschaltbar sind.
- 15 21. Zahnärztliche Behandlungsleuchte nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtfelder (7, 7') sich im wesentlichen jeweils vollständig überdeckende Lichtflecken (17, 17') aufweisen.
22. Zahnärztliche Behandlungsleuchte nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtfelder (7, 7') sich höchstens teilweise überdeckenden Lichtflecken (17, 17') aufweist.

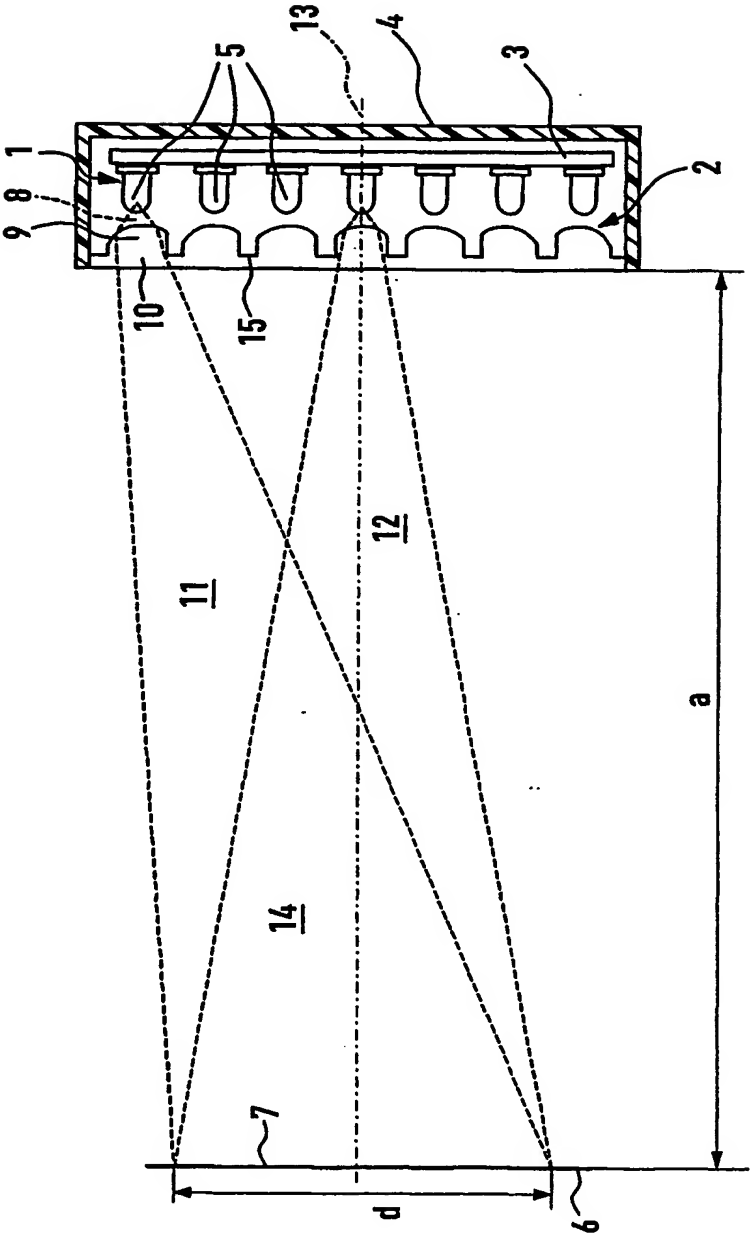
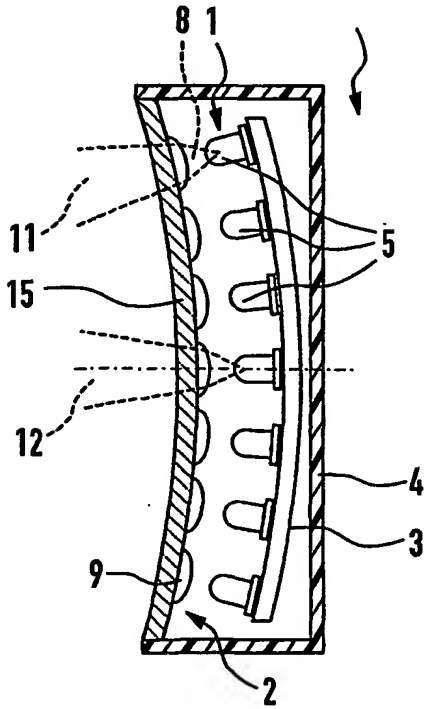
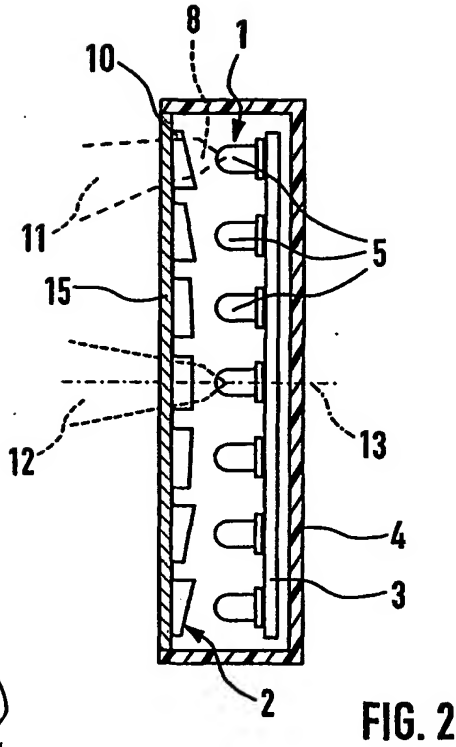
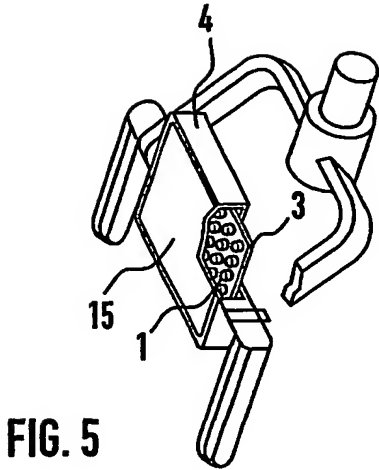


FIG. 1



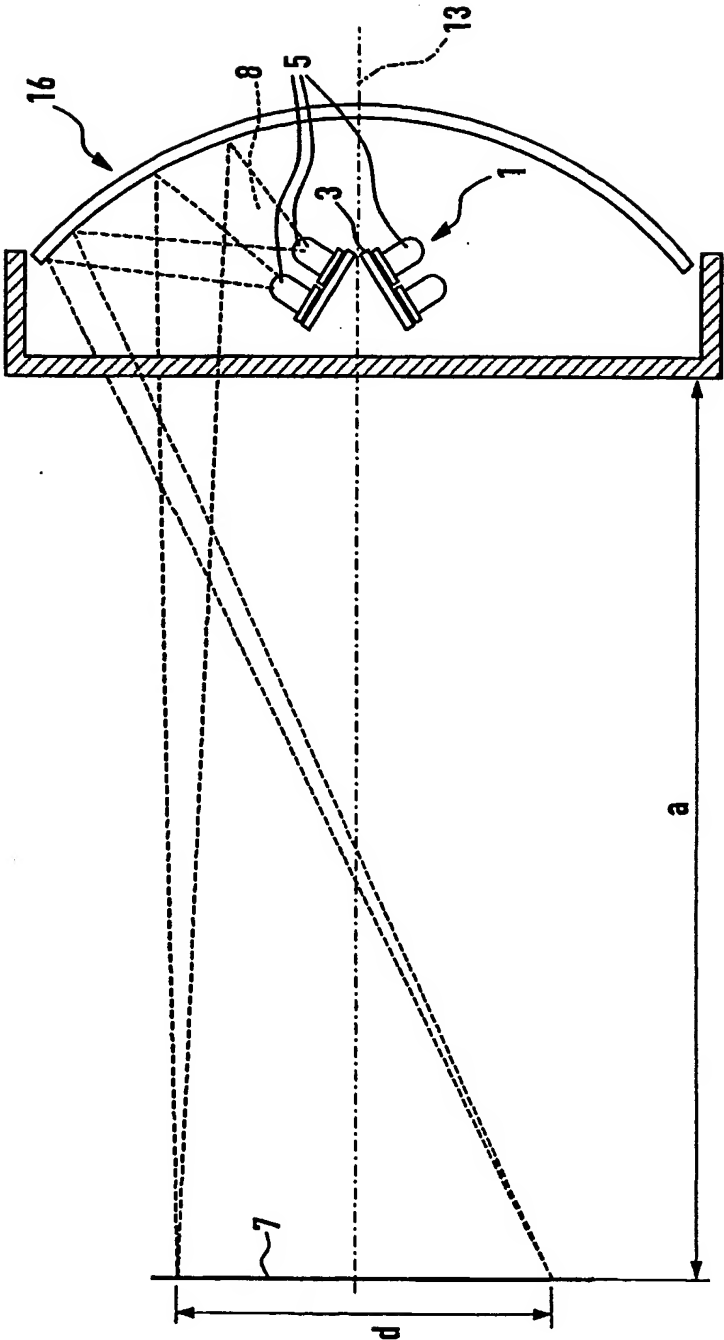


FIG. 4

4 / 6

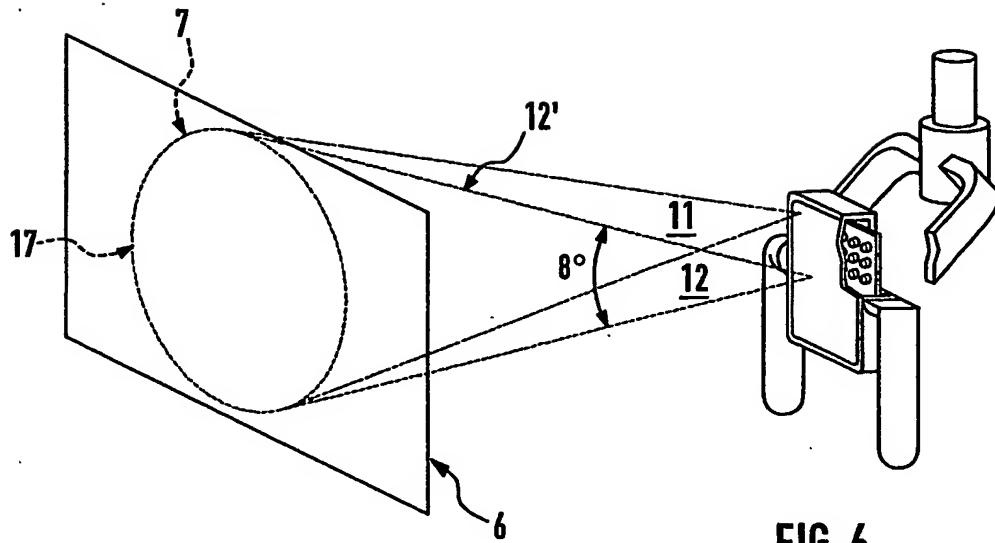


FIG. 6

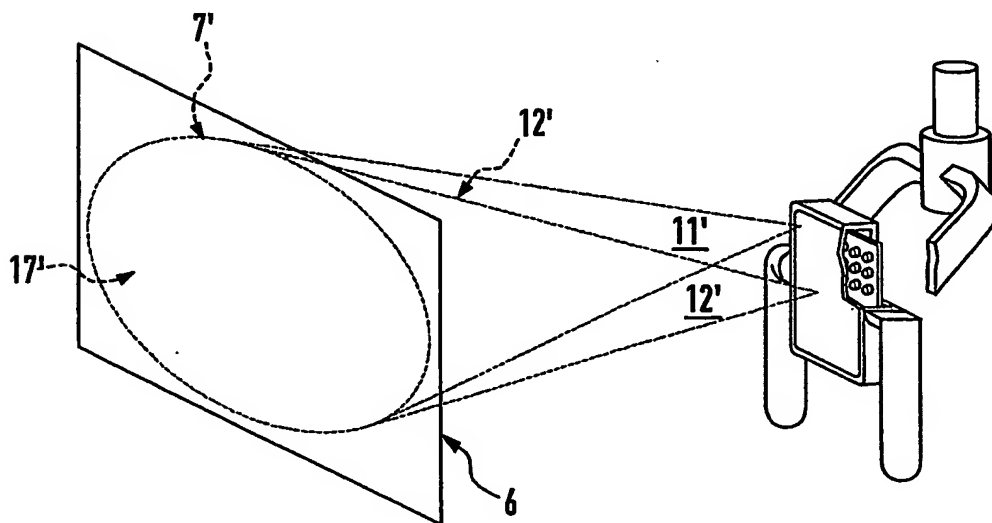


FIG. 7

5 / 6

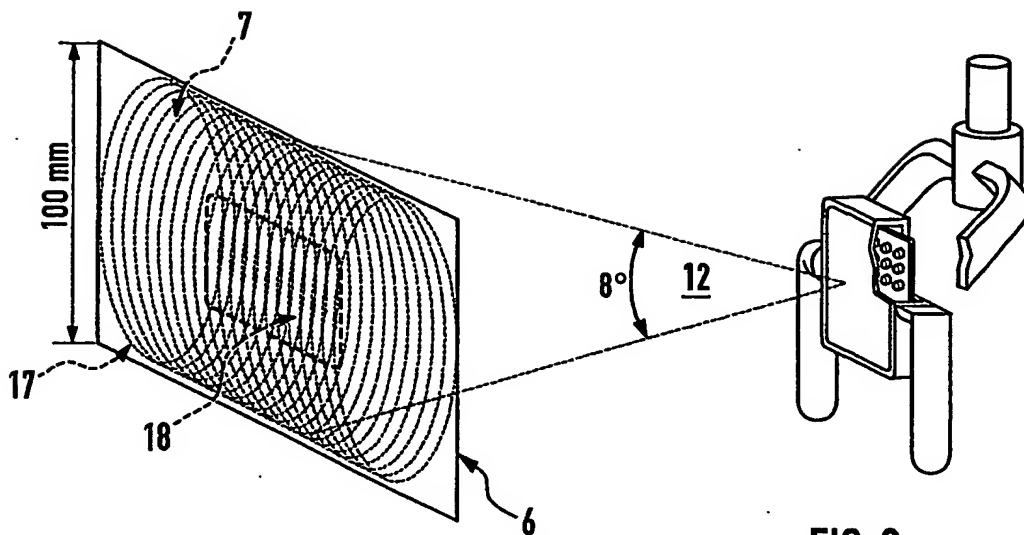


FIG. 8

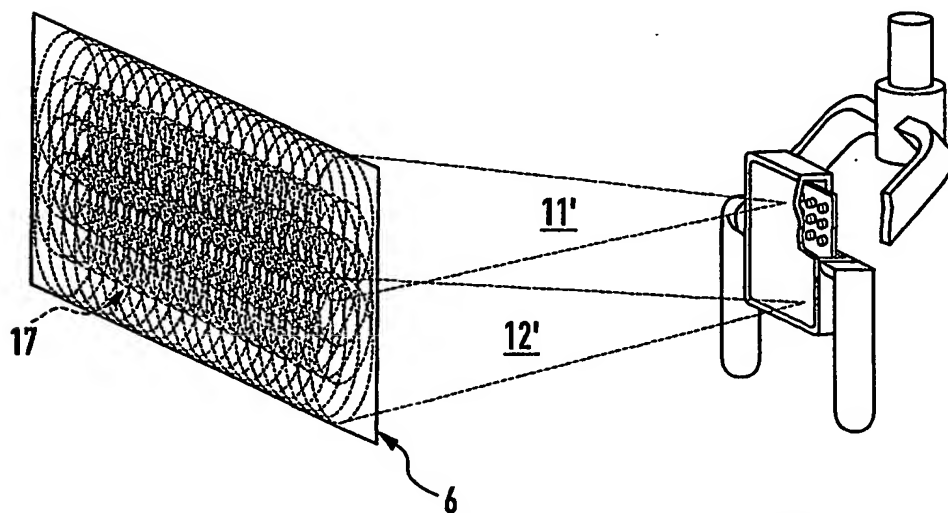


FIG. 9

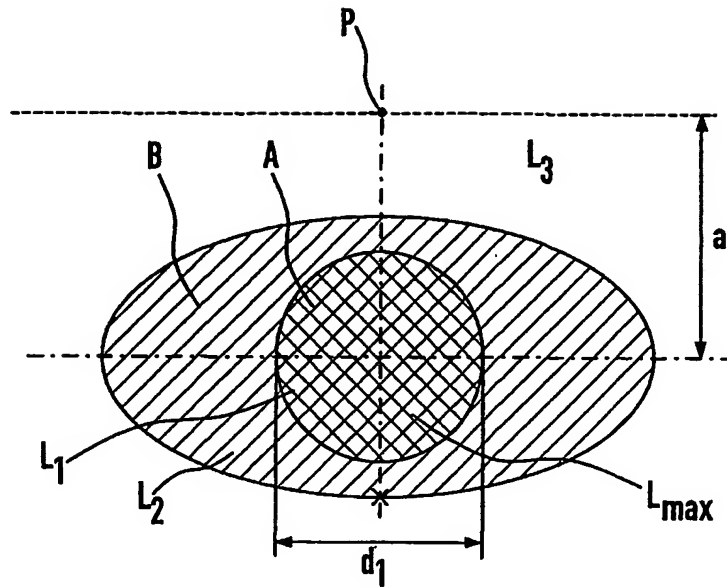


FIG. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/02560

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F21S8/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F21S F21K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|--------------------------|
| P,X | WO 01 18445 A (STREHL BERNHARD) 15 March 2001 (2001-03-15) abstract page 1, line 1 - line 7 page 3, line 1 - line 7 figures 1,7 | 1,5, 17-22 |
| A | — | 2,3,7,8, 13-16 |
| A | DE 298 09 759 U (WAVELIGHT LASER TECHNOLOGIE GM) 13 August 1998 (1998-08-13) page 6, line 15 - line 29 page 7, line 4 - line 11 claims 1,2,4,6-8 figures 1,2 | 1-10, 12-16, 18-22 |
| | — -/- | |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 November 2001

Date of mailing of the international search report

22/11/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3018

Authorized officer

Prévo, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/02560

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|------------------------------------|
| A | FR 2,772 115 A (OPTICAL GAGING PROD INC) 11 June 1999 (1999-06-11) abstract page 8, line 13 - line 25 page 9, line 4 - line 11 figures 1-4 | 1,2,5,6, 8,9,17, 19-22 |
| P,A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 11, 3 January 2001 (2001-01-03) & JP 2000 217844 A (TOYODA GOSEI CO LTD), 8 August 2000 (2000-08-08) abstract | 1,2,5,7, 13, 17-19, 21,22 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/02560

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| WO 0118445 | A | 15-03-2001 | AT 407698 B | 25-05-2001 |
| | | | AT 151799 A | 15-10-2000 |
| | | | WO 0118445 A1 | 15-03-2001 |
| | | | AU 2307901 A | 10-04-2001 |
| DE 29809759 | U | 13-08-1998 | DE 29809759 U1 | 13-08-1998 |
| | | | WO 9962442 A1 | 09-12-1999 |
| FR 2772115 | A | 11-06-1999 | US 5897195 A | 27-04-1999 |
| | | | DE 19837797 A1 | 10-06-1999 |
| | | | FR 2772115 A1 | 11-06-1999 |
| | | | JP 11242162 A | 07-09-1999 |
| JP 2000217844 | A | 08-08-2000 | NONE | |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/02560

| A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 F21S8/00 | | |
|---|--|--|
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK | | |
| B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 F21S F21K | | |
| Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen | | |
| Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, PAJ, WPI Data | | |
| C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN | | |
| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
| P,X | WO 01 18445 A (STREHL BERNHARD) 15. März 2001 (2001-03-15) Zusammenfassung Seite 1, Zeile 1 - Zeile 7 Seite 3, Zeile 1 - Zeile 7 Abbildungen 1,7 | 1,5, 17-22 |
| A | | 2,3,7,8, 13-16 |
| A | DE 298 09 759 U (WAVELIGHT LASER TECHNOLOGIE GM) 13. August 1998 (1998-08-13) Seite 6, Zeile 15 - Zeile 29 Seite 7, Zeile 4 - Zeile 11 Ansprüche 1,2,4,6-8 Abbildungen 1,2 | 1-10, 12-16, 18-22 |
| -/- | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie | | |
| * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist | | |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 15. November 2001 | | Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 22/11/2001 |
| Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016 | | Bevollmächtigter Bediensteter Prévot, E |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/02560

| C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN | | |
|--|---|------------------------------------|
| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
| A | FR 2 772 115 A (OPTICAL GAGING PROD INC) 11. Juni 1999 (1999-06-11) Zusammenfassung Seite 8, Zeile 13 - Zeile 25 Seite 9, Zeile 4 - Zeile 11 Abbildungen 1-4 | 1,2,5,6, 8,9,17, 19-22 |
| P,A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 11, 3. Januar 2001 (2001-01-03) & JP 2000 217844 A (TOYODA GOSEI CO LTD), 8. August 2000 (2000-08-08) Zusammenfassung | 1,2,5,7, 13, 17-19, 21,22 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/02560

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|---|-------------------------------|--|--|
| WO 0118445 | A | 15-03-2001 | AT 407698 B AT 151799 A WO 0118445 A1 AU 2307901 A | 25-05-2001 15-10-2000 15-03-2001 10-04-2001 |
| DE 29809759 | U | 13-08-1998 | DE 29809759 U1 WO 9962442 A1 | 13-08-1998 09-12-1999 |
| FR 2772115 | A | 11-06-1999 | US 5897195 A DE 19837797 A1 FR 2772115 A1 JP 11242162 A | 27-04-1999 10-06-1999 11-06-1999 07-09-1999 |
| JP 2000217844 | A | 08-08-2000 | KEINE | |